

Hat der Verbrennungsmotor eine Zukunft?

Merker, Günter Peter

Veröffentlicht in:
Jahrbuch 2002 der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.89-91



J. Cramer Verlag, Braunschweig

GÜNTER PETER MERKER, Hannover

Hat der Verbrennungsmotor eine Zukunft?

Hannover, 31. 05.2002*

Die Mobilität unserer Mitmenschen ist in den letzten beiden Jahrhunderten ständig angestiegen und sie ist heute zu einem Begriff für persönliche Freiheit geworden. Dies lässt sich einfach veranschaulichen, wenn man sich die Strecke vor Augen hält, die ein Mensch im Mittel pro Tag zurücklegt. Vor 150 Jahren, also im Jahre 1850, waren das etwa 200 m. Als Transportmittel standen außer den eigenen Füßen nur das Pferd zur Verfügung. Die Eisenbahn steckte damals noch in den Kinderschuhen. 50 Jahre später legt der Mensch im Durchschnitt 1 km pro Tag zurück und die Eisenbahn ist zum Massentransportmittel avanciert. Wiederum 50 Jahre später, also 1950, liegt die durchschnittlich zurückgelegte Strecke bereits bei 10 km, die Eisenbahn, Busse, Pkw's und Motorräder sind die Transportmittel dieser Zeit. Mit dem Eintritt ins 3te Jahrtausend ist die durchschnittlich zurückgelegte Strecke auf etwa 70 km angestiegen, die Eisenbahn, insbesondere schnelle Fernzüge wie der ICE oder TGV und das Flugzeug, sind zu einem alltäglichen Transportmittel geworden. Das jedoch mit Abstand am meisten benutzte Transportmittel ist das Auto. Die neuen Verkehrsmittel d.h. Flugzeuge und Schnellbahnen nehmen einen nachgeordneten Platz ein. Ermöglicht wurde diese Entwicklung durch den weltweiten Anstieg des Pkw-Bestandes. Während der Weltfahrzeugbestand 1960 etwa 100 Millionen Fahrzeuge betrug, rechnet man für das Jahr 2010 mit einem Bestand von etwa einer Milliarde Fahrzeugen. Der Pkw-Bestand hätte sich damit innerhalb von 50 Jahren verzehnfacht!

Nutzfahrzeuge und Personenkraftwagen werden heute praktisch ausnahmslos durch Verbrennungsmotoren angetrieben. Lassen Sie mich deshalb im folgenden zunächst die Entwicklung des Verbrennungsmotors kurz skizzieren:

1673 schlug CHRISTIAN HUYGENS die Verwendung einer Wärmekraftmaschine mit Arbeitskolben und *innerer Verbrennung* zum Heben von Wasser aus der Seine in die Gärten von Versailles zum Betrieb der Wasserspiele vor. Als Brennstoff für diese sog. „Pulvermaschine“ verwendete man Schießpulver. Nicht zuletzt wegen des enormen „Lärms“ konnte sich diese erste Wärmekraftmaschine nicht durchsetzen. Ludwig XIV gab schließlich den Bau von Wasserrädern in der Seine in Auftrag.

Ein wesentliches Problem im 17. Jahrhundert war die Entfernung des Wassers im Bergbau. Beim Abbau von Erz und Kohle überstieg die Menge des anfallenden Wassers oft ein vielfaches des zu fördernden Gutes. Die Trockenlegung der Schächte war sozusagen „Pflicht“, die Wasserspiele an Fürstenhofen dagegen „Kür“, wenn auch die zur Verfügung stehenden Geldmittel dieser Einteilung nicht immer gerecht wurden.

* Kurzfassung eines Vortrags gehalten in der Klasse für Ingenieurwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft.

1690 verwendete DENIS PAPIN erstmals Wasserdampf statt Schießpulver als Arbeitsmedium. Die Weiterentwicklung führte schließlich mit James Watt Ende des 18ten Jahrhunderts zur *Dampfmaschine*.

Den ersten *Gasmotor* mit elektrischer Zündung und handbetätigten Gaswechselorganen hat 1805 ISAAC DE RIVAZ vorgestellt. 1876 stellte schließlich NICOLAUS AUGUST OTTO den ersten betriebsfähigen Viertaktgasmotor vor, bei dem ein verdichtetes Kraftstoff-Luft-Gemisch elektrisch gezündet wurde. Dieser Motor erreichte bei einem effektiven Wirkungsgrad von 15% eine Nutzleistung von 2,2 kW. Ab 1886 bauten NICOLAUS AUGUST OTTO (Kaufmann), GOTTLIEB WILHELM DAIMLER (Technischer Direktor) und WILHELM MAYBACH (Konstrukteur) schnelllaufende Ottomotoren mit Glühzündung. Diese sog. Vergasermotoren verwendeten flüssigen Kraftstoff.

Die Geschichte des *Dieselmotors* begann vermutlich mit der 1824 erschienenen Arbeit von NICHOLAS-LEONARD SADI CARNOT über die Theorie der thermodynamischen Prozesse. RUDOLF CHRISTIAN KARL DIESEL fasste den Entschluss, den bisher lediglich theoretisch formulierten „Prozess mit höchster Wärmeausnutzung“, den sog. Carnot-Prozeß in einer neu zu entwickelten Wärmekraftmaschine praktisch zu verwirklichen. 1892 wurde ihm dafür ein Patent über „Arbeitsverfahren und Ausführungsart für Verbrennungskraftmaschinen“ erteilt. 1893 stellte Rudolf Diesel den ersten Versuchsmotor vor und drei Jahre später lief dann der erste Motor mit einer Nutzleistung von 13 kW bei einem effektiven Wirkungsgrad von 26%.

Seitdem hat der Dieselmotor, auch ganz allgemein der Verbrennungsmotor, eine stürmische Entwicklung erfahren. Durch die Diskussion um die von Verbrennungsmotoren „emittierten Schadstoffe“ ist der Verbrennungsmotor ins „Gerede“ gekommen. Die kritischen Schadstoffkomponenten beim Dieselmotor sind NO und Ruß; beim Ottomotor dagegen unverbrannte Kohlenwasserstoffe und Kohlenmonoxid. Die Grenzwerte für die gesetzlich limitierten Schadstoffkomponenten werden weiter abgesenkt werden. Die Einhaltung dieser Randbedingungen wird die Motorenhersteller vor große Herausforderungen stellen.

Damit stellt sich zwangsläufig die Frage: Lohnt sich die weitere sukzessive Verbesserung des bekannten Verbrennungsmotors oder ist es eventuell wirtschaftlicher, alternative Antriebssysteme ins Auge zu fassen.

Vor etwa 150 Jahren sagte der Visionär Jules Verne: „*Ich glaube, dass eines Tages Wasserstoff und Sauerstoff, aus denen sich Wasser zusammensetzt, alleine oder zusammen verwendet eine unerschöpfliche Quelle von Wärme und Licht bilden werden.*“ Ist diese Vision bereits Realität geworden ist, hat die Zukunft bereits begonnen? Während heute die Einhaltung der Grenzwerte für die gesetzlich limitierten Schadstoffe eine entscheidende Rolle bei der weiteren Entwicklung von Antriebsaggregaten spielt, wird in Zukunft die Reduzierung der CO₂-Emission zunehmend an Gewicht gewinnen. In etwa 20 Jahren wird jedoch die Verknappung konventioneller Energiequellen zusammen mit dem ansteigenden Weltenergieverbrauch der Entwicklung hocheffizienter Antriebssysteme eine hohe Priorität verleihen. In diesem Zusammenhang wird dem Wasserstoff-Brennstoffzellen Antrieb allgemein ein hohes Potential eingeräumt. Als „Brennstoff“ wird Methanol (im Idealfall reiner Wasserstoff) zugeführt, aus dem mittels eines Reformers Wasserstoff

gewonnen wird, als „Oxidator“ Luft bzw. Sauerstoff. Bei der Oxidation des Wasserstoffs zu Wasser wird elektrischer Strom erzeugt.

Im Hinblick auf die CO_2 -Emission wäre die mit reinem Wasserstoff betriebene Brennstoffzelle der optimale Antrieb, die CO_2 -Emission dafür ist nämlich gleich Null. Im Hinblick auf die CO_2 -Emission ist es jedoch nicht ausreichend nur das Fahrzeug selbst zu betrachten, man muss auch die Herstellung des Kraftstoffs mit in Betracht ziehen, also die gesamte Kette vom „Bohrloch bis zum Reifen“ bilanzieren.

Das Ergebnis dieser Gesamtbilanzierung zeigt, dass die mit aus Erdgas gewonnenem Wasserstoff betriebene Brennstoffzelle im Hinblick auf die CO_2 -Emission keine Vorteile bietet. Diese Gesamtbilanz zeigt weiter, dass der Dieselmotor allen anderen alternativen Antriebssystemen eindeutig überlegen ist und darüber hinaus noch ein beachtliches Entwicklungspotential aufweist.

Insgesamt ergibt sich damit folgendes Szenario für die Zukunft des Verbrennungsmotors:

Durch sinnvolle Kombinationen einzelner Maßnahmen, erscheint eine Senkung des Benzinverbrauchs um 50% und des Dieselvebrauchs um 30% bis zum Jahr 2010 durchaus realistisch.

Die heutigen Otto- und Diesel-Brennverfahren dürften als klar unterschiedliche Brennverfahren in etwa 15 Jahren *durch ein neues Brennverfahren, eine Symbiose aus Otto- und Dieselverfahren* abgelöst werden.

Ab 2015 könnte dafür ein aus *Biomasse* gewinnbarer *neuer synthetischer Brennstoff* zur Verfügung stehen.

Ab etwa 2020 könnten erste Vorserienfahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieben und Wasserstoff als Kraftstoff produziert werden (zu lösendes Problem: Kostengünstige Herstellung und Speicherung von Wasserstoff).

Ab 2030 könnte der Serienanlauf von Brennstoffzellen-Antrieben beginnen und ab 2040 könnten Brennstoffzellen-Antriebe einen nennenswerten Marktanteil haben.

Der Verbrennungsmotor bleibt damit das dominierende Antriebsaggregat für die nächsten 40 Jahre. Alternative Kraftstoffe wie Rapsöl, Erdgas und Wasserstoff kommen als Brennstoffe nur für Nischenmärkte in Frage.